

2. Sorochinsky, V.F., Dogadin A.L. Control of the grain drying process according to the parameters of the spent drying agent // *Khleboпродукты*. - 2018. - No. 3. - P. 49-53.

3. Shevtsov, S.A. Technique and technology of drying food plant raw materials [Text] / S.A. Shevtsov, A.N. Ostrikov. - Voronezh: VGUIT, 2014. - 289 p.

4. Ostrikov A., Ospanov A., Shevtsov A., Vasilenko V., Timurbekova A. An empirical-mathematical modeling approach to explore the drying kinetics of cereals under variable heat supply using the stitched method // *ACTA AGRICULTURAE SCANDINAVICA, SECTION B - SOIL & PLANT SCIENCE*. - 2021. - R. 1-10.

5. Volkhonov M., Jabbarov I., Soldatov V., Smirnov I. Development of the method of exposure control of grain drying in high-temperature dryers //

*Eastern-European Journal of Enterprise Technologies*. - 2013. - 3/3 (93). - R. 22-29.

6. Patent for utility model No. 5369. The Republic of Kazakhstan. The method of active ventilation or drying of bulk products in containers and installation for its implementation / Askarov A.D., Askarova A.A., Nasrullin G.Sh.; Applicant Askarov Ardak Dakharbekovich. – application 2019/1050.2, application date 11/29/2019; publication date 11.09.2020.

7. Askarov A., Tlevlessova Dinara., Ostrikov A., Shambulov Ye., Kair-baeva A. // Investigation of the processes of drying grain masses with active ventilation // *Eastern-European Journal of Enterprise Technologies* 1/11(115) 2022. - P. 6 - 14.

УДК 664.8.047  
МРНТИ 65.09.03

<https://doi.org/10.48184/2304-568X-2022-3-201-207>

## ИЗУЧЕНИЕ ХИМИЧЕСКОГО СОСТАВА СУБЛИМИРОВАННЫХ ЯГОД ДЛЯ ОБОГАЩЕНИЯ КАШ БЫСТРОГО ПРИГОТОВЛЕНИЯ

<sup>1</sup>М. МҰРАТХАН\*, <sup>2</sup>Б.К. БУЛАШЕВ, <sup>2</sup>Г.Х. ОСПАНКУЛОВА, <sup>3</sup>Д.Б. ТОЙМБАЕВА,  
<sup>3</sup>С.Г. КАМАНОВА, <sup>2</sup>Л.А. МУРАТ, <sup>2</sup>Е.Е. ЕРМЕКОВ, <sup>2</sup>С.А. САДУАХАСОВА

(<sup>1</sup>Семипалатинский государственный университет имени Шакарима, Казахстан, г. Семей, ул. Глинки, 20А)

(<sup>2</sup>НАО «Казахский агротехнический университет им. С. Сейфуллина», Казахстан, 010011 г. Нур-Султан, пр. Женис 62)

(<sup>3</sup> Northwest A&F University, Yangling, Xianyang, Shaanxi Province, P.R. China)

Электронная почта автора корреспондента: marat-muratkhan@mail.ru\*

*Зерновые культуры - хороший источник углеводов и белков, являются важными источниками витаминов группы В и витамина Е, поэтому эти культуры широко используются для производства каш быстрого приготовления, в основном, в виде экструдированных продуктов. Для обогащения зерновых каш витаминами, антиоксидантами, клетчаткой и фитохимическими веществами зачастую используются фрукты или овощи. В статье представлены результаты исследований химического состава сублимированных ягод (голубика, клубника, малина, смородина и облепиха). В результате исследований минерального состава установлено, что количество минеральных соединений во всех образцах находилось в пределах допустимой концентрации. Наивысшее содержание цинка, магния, железа и селена наблюдается в ягоде облепихи (2,12 мг/кг, 198,71 мг/100г, 13,55 мг/кг и 5,08 мг/100г соответственно). Концентрация меди в смородине составляет 408,93 мг/кг, что значительно превышает показатели других ягод. Содержание кальция находится почти на одном уровне во всех пробах за исключением смородины и облепихи, у которых эти показатели ниже. Содержание йода отсутствует у клубники и голубики. Установлено, что высокими показателями витамина А и Е среди сублимированных ягод обладает облепиха (796,01 мг/г и 17,09 мг/г соответственно). Наибольшее содержание витаминов В3 и В5 обнаружено у смородины (1,591 мг/г, 0,308 мг/г). Высокой антиоксидантной активностью в сравнении с другими ягодами обладает клубника (3,94 мг/г). Также у клубники наибольшее суммарное содержание углеводов (28,56 %). Данные продукты перспективны в качестве составляющих каш быстрого приготовления, так как сублимация позволяет сохранить в ягодах питательные вещества и полезные свойства.*

**Ключевые слова:** концентрат каш, ягодное сырье, витамины, антиоксидантная активность, минеральные вещества, углеводы.

*Финансирование: данное исследование профинансировано Министерством сельского хозяйства Республики Казахстан ИРН: BR10764998 «Разработка технологий с использованием новых штаммов полезных микроорганизмов, ферментов, нутриентов и других комплектов при производстве специальных диетических продуктов питания».*

### ТЕЗ ӘЗІРЛЕНЕТІН БОТҚАНЫҢ ТАҒАМДЫҚ ҚҰНДЫЛЫҒЫН БАЙЫТУҒА ҚОЛДАНЫЛАТЫН СУБЛИМАЦИЯЛАНҒАН ЖИДЕКТЕРДІҢ ХИМИЯЛЫҚ ҚҰРАМЫН ЗЕРТТЕУ

<sup>1</sup>М. МҰРАТХАН\*, <sup>2</sup>Б.К. БУЛАШЕВ, <sup>2</sup>Г.Х. ОСПАНКУЛОВА, <sup>3</sup>Д.Б. ТОЙМБАЕВА,  
<sup>3</sup>С.Г. КАМАНОВА, <sup>2</sup>Л.А. МУРАТ, <sup>2</sup>Е.Е. ЕРМЕКОВ, <sup>2</sup>С.А. САДУАХАСОВА

(<sup>1</sup>Шәкәрім атындағы Семей мемлекеттік университеті, Қазақстан, Семей, Глинка көш., 20а)

(<sup>2</sup>С.Сейфуллин атындағы Қазақ агротехникалық университеті, Қазақстан Республикасы,  
010011, Нұр-Сұлтан қаласы Жеңіс даңғылы, 62)

(<sup>3</sup>Northwest A&F University, Yangling, Xianyang, Shaanxi Province, P.R. China)

Автор-корреспонденттің электрондық поштасы: marat-muratkhan@mail.ru\*

*Дәнді дақылдар көмірсулар мен ақуыздардың жақсы көзі болып табылады, В дәрумені мен Е дәруменінің маңызды көзі болып табылады, сондықтан бұл дақылдар жедел дәнді дақылдар, негізінен экструдалған өнімдер түрінде кеңінен қолданылады. Дәнді дақылдарды дәрумендермен, антиоксиданттармен, талшықтармен және фитохимиялық заттармен байыту үшін жемістер мен көкөністер жиі қолданылады. Мақалада сублимацияланған жидектердің химиялық құрамын зерттеу нәтижелері келтірілген (көкжидек, құлпынай, таңқурай, қарақат және шырғанақ). Минералды құрамды зерттеу нәтижесінде барлық үлгілердегі минералды қосылыстардың мөлшері рұқсат етілген концентрация шегінде екендігі анықталды. Мырыш, магний, темір және селеннің ең жоғары мөлшері шырғанақ жидектерінде байқалады (сәйкесінше 2,12 мг/кг, 198,71 мг/100г, 13,55 мг/кг және 5,08 мг/100г). Қарақаттағы мыс концентрациясы 408,93 мг/кг құрайды, бұл басқа жидектердің көрсеткіштерінен едәуір асады. Кальций мөлшері қарақат пен шырғанақты қоспағанда, барлық үлгілерде бірдей деңгейде, бұл көрсеткіштер төмен. Құлпынай мен көкжидекте йод мөлшері жоқ. Шырғанақ сублимацияланған жидектер арасында А және Е витаминінің жоғары көрсеткіштеріне ие екендігі анықталды (сәйкесінше 796,01 мг/г және 17,09 мг/г). В3 және В5 дәрумендерінің ең көп мөлшері қарақаттан табылды (1,591 мг/г, 0,308 мг/г). Құлпынайдың басқа жидектермен салыстырғанда жоғары антиоксиданттық белсенділігі бар (3,94 мг/г). Сондай-ақ, құлпынай көмірсулардың ең көп мөлшеріне ие (28,56 %). Бұл өнімдер жедел дәнді дақылдардың құрамдас бөлігі ретінде перспективалы, өйткені сублимация жидектердегі қоректік заттар мен пайдалы қасиеттерді сақтауға мүмкіндік береді.*

**Негізгі сөздер:** ботқа концентраты, жидек шикізаты, дәрумендер, антиоксиданттық белсенділік, минералдар, көмірсулар.

*Қаржыыландыру: бұл зерттеуді Қазақстан Республикасы Ауыл шаруашылығы министрлігі қаржыыландырды ИРН: BR10764998 «Арнайы дәрілік тамақ өнімдерін өндіру кезінде пайдалы микроағзалардың, ферменттердің, нутриенттердің және басқа да жиынтықтардың жаңа штаммдарын пайдалана отырып технологияларды әзірлеу».*

### STUDY OF THE CHEMICAL COMPOSITION OF FREEZE-DRIED BERRIES FOR ENRICHING INSTANT CEREALS

<sup>1</sup>М. МҰРАТХАН\*, <sup>2</sup>Б.К. БУЛАШЕВ, <sup>2</sup>Г.Х. ОСПАНКУЛОВА, <sup>3</sup>Д.Б. ТОЙМБАЕВА,  
<sup>3</sup>С.Г. КАМАНОВА, <sup>2</sup>Л.А. МУРАТ, <sup>2</sup>Е.Е. ЕРМЕКОВ, <sup>2</sup>С.А. САДУАХАСОВА

(Shakarim State University of Semey, Semey, 20a Glinka str.)

(S. Seifullin Kazakh Agro Technical University, Republic of Kazakhstan 010011,  
Nur-Sultan, Zhenis avenue, 62)

(Northwest A&F University, Yangling, Xianyang, Shaanxi Province, P.R. China)

Corresponding author e-mail: marat-muratkhan@mail.ru\*

*Grain crops are a good source of carbohydrates and proteins, are important sources of B vitamins and vitamin E, so these crops are widely used for the production of instant cereals, mainly in the form of extruded*

*products. Fruits or vegetables are often used to enrich cereals with vitamins, antioxidants, fiber and phytochemicals. The article presents the results of studies of the chemical composition of freeze-dried berries (blueberries, strawberries, raspberries, currants and sea buckthorn). Studies of their mineral mineral composition showed that the amount of mineral compounds in all samples was within the permissible concentration. The highest content of zinc, magnesium, iron and selenium is observed in sea buckthorn berries (2.12 mg/kg, 198.71 mg/100g, 13.55 mg/kg and 5.08mg/100g, respectively). The concentration of copper in currants is 408.93mg / kg, which is significantly higher than in other berries. The calcium content is almost at the same level in all samples with the exception of currants and sea buckthorn, in which these indicators are lower. The iodine content is absent in strawberries and blueberries. It was found that sea buckthorn has high levels of vitamin A and E among the sublimated berries (796.01 mg/g and 17.09 mg/g, respectively). The highest content of vitamins B3 and B5 was found in currants (1,591mg/g, 0.308 mg/g). Strawberries have a high antioxidant activity in comparison with other berries (3.94 mg / g). Strawberries also have the highest total carbohydrate content (28.56%). These products are promising as components of instant porridge, since sublimation allows you to preserve nutrients and useful properties in berries.*

**Keywords:** porridge concentrate, berry raw materials, vitamins, antioxidant activity, minerals, carbohydrates.

*Funding: this study was funded by the Ministry of Agriculture of the Republic of Kazakhstan IRN: BR10764998 «Development of technologies using using new strains of beneficial microorganisms, enzymes, nutrients and components in the production of special dietary foods».*

### **Введение**

#### *Обоснование выбора темы*

В последние годы возрос интерес к высококачественным функциональным продуктам питания, что обусловило появление на рынке широкого спектра обработанных пищевых продуктов, готовых к употреблению. Для привлечения потенциальных потребителей современные продукты должны отвечать таким требованиям как минимальное время приготовления, удобство в использовании и обладание полезными свойствами для здоровья [1]. Одним из видов продуктов функционального питания являются сухие зерновые завтраки (каши). Зерновые культуры являются основными продуктами питания во всем мире, причем пшеница, рис, кукуруза, овес, ячмень, просо, сорго, рожь, гречиха и тритикале представляют собой наиболее часто выращиваемые культуры. Сухие завтраки (каши) могут храниться в течение длительного периода времени без ущерба для их питательной ценности [2]. В настоящее время сухие завтраки все больше и больше перерабатываются, чтобы добиться желаемого результата и при обработке теряются многие жизненно важные витамины и минералы. Поэтому большинство сухих завтраков обогащаются питательными веществами, такими как кальций, железо, витамины группы В (ниацин, тиамин, рибофлавин) и антиоксидантами [3]. Большинство сухих завтраков содержат большое количество макронутри-

ентов и переработанных ингредиентов, которые ассоциируются с нездоровой пищей и не способны в полной мере удовлетворить потребительский спрос [4]. В последние годы исследователей пищевых продуктов все больше привлекает возможность производства продуктов питания с добавлением натуральных ингредиентов, которые могут принести пользу для здоровья человека [5-7]. Мировые исследователи практикуют локальное обогащение каш с использованием местных продуктов (листья, фрукты и жмых ягод аронии) богатых микронутриентами [8,9,10,11]. ВОЗ рекомендует ежедневное употребление растительной пищи, богатой фитохимическими веществами, способными предотвратить возникновение хронических и дегенеративных заболеваний и поддерживать хорошее самочувствие. Ягоды часто являются самым богатым источником антиоксидантных фитохимических веществ, таких как полифенолы, среди фруктов и овощей [12].

Факты свидетельствуют о том, что органические кислоты, минеральные вещества и некоторые витамины являются активными ингредиентами ягод. Для того, чтобы каши были полноценными и сбалансированными, их химический состав непосредственно будет зависеть от биохимических показателей ягод. Поэтому определение содержания биохимических веществ в ягодах играет немаловажную роль.

В связи с чем, научно-практическое обоснование и разработка технологии и рецептур каш быстрого приготовления функциональной направленности отечественного производства с добавлением различных источников жизненно важных добавок, таких как ягод является весьма актуальным.

*Цель и задачи исследования*

Целью нашей работы является изучение химического состава сублимированных ягод для дальнейшего обогащения концентратов каш функционального назначения.

*Задачи исследования:*

- определение содержания витаминов в сублимированных ягодах;
- определение содержания минеральных веществ в сушеных ягодах;
- определение антиоксидантной активности и содержания углеводов в ягодах.

*Материалы и методы исследований*

В качестве объектов исследования были выбраны: образцы сушеных сублимацией ягод казахстанского производства - клубника, малина, голубика, смородина и облепиха.

Исследования проводились в соответствии с нормативно-методическими документами.

Витамины определяли согласно ГОСТ 51635–2011, 12822–2014, М-04-41-2005 ГОСТ Р 54635–2011, ГОСТ EN 12822-2014, М 04-41-2005 методом капиллярного зонного электрофореза на приборе Капель М-105.

Антиоксидантную активность определяли согласно методике к прибору «ЦветЯу-

за-01-АА». Для построения градуированного графика использовали кверцетин с массовой концентрацией 1 г/дм<sup>3</sup>. Пробоподготовку выполняют согласно методике к прибору. Для исследования используют пробу аналитической чистоты. Согласно градуировочного графика проводят расчеты.

Макро- и микроэлементы определяли согласно ГОСТам 33824-2016, 51429-99, 9526-2017, 30178-96, 31160-2012, 31707-2012 на атомно-абсорбционном спектрометре «КВАНТ-ЗЭТА». Результат измерения на содержание определяемого элемента в анализируемой пробе вычисляют при помощи программного обеспечения прибора по формулам, приведенным в используемых ГОСТах.

Углеводы определяли согласно ГОСТ 53152-2008 на высокоэффективном жидкостном хроматографе (ВЖХ) «AGILENT-1200» с диодно-матричным и флуоресцентным детекторами. Метод основан на растворении испытуемой пробы в воде, хроматографическом разделении сахаров, их регистрации с помощью рефрактометрического детектора и количественном определении по методу внешних стандартов. Для измерений в прибор вводят пробу аналитической чистоты. Полученный раствор фильтруют через нейлоновый фильтр.

Массовую долю сахара X, %, рассчитывают по формуле:

$$X=100A1 \times V1 \times m2 \times A-21 \times V2-1 \times m1-1 \tag{1}$$

где: A1 — площадь или высота пика соответствующего сахара в растворе пробы, в м<sup>2</sup> или м;

V1— общий объема раствора пробы, см<sup>3</sup>;

m2 — масса сахара, содержащаяся в общем объеме стандартного раствора V2, г;

A2 — площадь или высота пика соответствующего сахара в стандартном растворе, в м<sup>2</sup> или м;

V2 — общий объем стандартного раствора, см<sup>3</sup>;

m1 — проба, г.

Оценка результатов экспериментов осуществлена общепринятыми методами математической статистики.

*Результаты и их обсуждения*

Среди большого разнообразия ягод для исследований были выбраны самые актуальные виды на данный момент, обладающие высокой антиоксидантной активностью и питательной ценностью, такие как клубника, малина, смородина, облепиха и голубика.

В таблице 1 приведены результаты исследований по определению витаминного состава изучаемых ягод. Согласно полученным данным в ягодах выявлено 9 видов витаминов, включая Bc, A, E, B1, B2, B3, B5, B6, C.

Таблица 1 - Содержание витаминов в сублимированных ягодах

| Биохимические показатели        | Ягоды       |             |             |              |             |
|---------------------------------|-------------|-------------|-------------|--------------|-------------|
|                                 | Клубника    | Малина      | Смородина   | Облепиха     | Голубика    |
| А мг/100 г                      | 10,85±0,26  | 154,82±3,87 | 3,74±0,05   | 796,01±23,81 | 31,67±1,10  |
| Е мг/100 г                      | 1,90±0,03   | 3,36±0,08   | 0,16±0,002  | 17,09±0,42   | 8,96±0,07   |
| В1 (тиаминхлорид), мг/г         | 0,056±0,011 | 0,046±0,009 | 0,057±0,011 | 0,052±0,010  | 0,035±0,007 |
| В2 (рибофлавин), мг/г           | 0,034±0,015 | 0,025±0,010 | 0,039±0,016 | 0,015±0,006  | 0,051±0,021 |
| В6 (пиридоксин), мг/г           | 0,052±0,010 | -           | 0,072±0,014 | 0,052±0,010  | 0,038±0,008 |
| С (аскорбиновая кислота), мг/г  | 1,033±0,351 | 0,458±0,156 | 0,821±0,279 | 0,375±0,128  | 0,219±0,074 |
| В3 (пантотеновая кислота), мг/г | 0,138±0,028 | 0,039±0,008 | 1,591±0,318 | 0,06±0,012   | -           |
| В5 (никотиновая кислота), мг/г  | -           | 0,014±0,003 | 0,308±0,055 | -            | 0,179±0,036 |
| Вс (фолиевая кислота), мг/г     | -           | 0,012±0,002 | -           | 0,025±0,005  | -           |

Высокими показателями витамина А среди сушеных ягод обладают малина (154,82±3,87 мг/г) и облепиха (796,01±23,81 мг/г), высоким содержанием витамина Е облепиха и голубика - 17,09±0,42 мг/г, 8,96±0,07 мг/г соответственно (табл. 2). Наибольшее содержание витамина В3 замечено у смородины - 1,591±0,318 мг/г, у клубники показатель составил 0,138±0,028 мг/г. У голубики данный витамин не обнаружен. Содержание В5 у смородины (0,308±0,055 мг/г) выше, чем у остальных. У клубники и облепихи витамин В5 не обнаружен. Высоким содержанием витамина С обладают клубника - 1,033±0,351 мг/г> смородина - 0,821±0,279 мг/г> малина -

0,458±0,156 мг/г> облепиха - 0,375±0,128 мг/г> наименьшим голубика - 0,219±0,074 мг/г. В сублимированных ягодах клубники отсутствуют такие витамины как Вс и В5, в малине В6, в смородине Вс, облепихе В5, и у голубики В3 и Вс.

Определение содержания минеральных веществ в сублимированных ягодах является необходимым, в связи с тем, что данные продукты должны сохранить свои ценные питательные свойства после технологической переработки. В результате исследований установлено, что в исследуемых образцах детерминировано 9 видов минеральных веществ (Zn, Mg, Fe, Cu, Ca, Se, I, Si) их содержание приведено в таблице 2.

Таблица 2 - Содержание минеральных веществ в сушеных ягодах

| Минеральные вещества | Клубника    | Малина      | Смородина    | Облепиха    | Голубика    |
|----------------------|-------------|-------------|--------------|-------------|-------------|
| Zn, мг/кг            | 0,76±0,019  | 0,99±0,030  | 0,57±0,009   | 2,12±0,12   | 0,77±0,021  |
| Mg, мг/100 г         | 61,00±0,93  | 108,55±1,62 | 44,09±0,66   | 198,71±2,43 | 60,00±2,21  |
| Fe, мг/кг            | 3,83±0,07   | 6,70±0,33   | 3,46±0,04    | 13,55±0,18  | 2,74±0,004  |
| Cu, мг/кг            | 0,39±0,001  | 0,95±0,006  | 408,93±0,44  | 204,22±2,7  | 1,18±0,01   |
| Ca, мг/100 г         | 127,43±1,05 | 204,26±1,28 | 106,00±0,53  | 110,13±0,72 | 128,63±0,96 |
| Se, мг/100 г         | 4,90±0,12   | 1,12±0,23   | 0,61±0,009   | 5,08±0,01   | 0,53±0,01   |
| I, мг/100 г          | -           | 1,68±0,08   | 0,004±0,0001 | 4,48±0,11   | -           |
| Si, мг/100 г         | 0,81±0,01   | 218,40±5,67 | 40,78±0,57   | 15,03±0,19  | -           |

В результате исследований минерального состава установлено, что количество минеральных соединений во всех образцах находится в пределах допустимой концентрации. Содержание цинка находится примерно на одном уровне у клубники, малины и голубики, и составляет 0,76±0,019 мг/кг; 0,99±0,030 мг/кг; 0,77±0,021 мг/кг соответственно. В смородине его содержание снижено и составляет 0,57±0,009 мг/кг, а наивысшее содержание данного микроэлемента наблюдается в облепихе и составляет 2,12±0,12 мг/кг. Малина и облепиха отличаются высоким содержанием магния. Высокое содержание железа отмечается в облепихе и малине, концентрация меди в смородине составляет 408,93±0,44 мг/кг, что

почти в два раза больше чем в облепихе (204,93±10,44 мг/кг) и в сотни раз - в других образцах. Содержание кальция находится почти на одном уровне во всех пробах за исключением смородины и облепихи, у которых эти показатели ниже. Наибольшее количество селена обнаружено у облепихи (5,08±0,01 мг/100г), что почти в 10 раз превосходит показатели у других образцов. Содержание йода обнаружено в незначительном количестве или вовсе отсутствует во всех пробах, за исключением малины и облепихи и составляет 1,68±0,08 мг/100 г и 4,48±0,11 мг/100г соответственно. В смородине обнаружено завышенное содержание меди 408,93±0,44 мг/кг, что ограничивает ее дальнейшее использование.

Ягоды обладают отличной антиоксидантной способностью. Результаты исследований антиоксидантной активности и углеводного состава ягод приведены в таблице 3.

Наибольшей антиоксидантной активностью обладает клубника  $3,94 \pm 0,001$  мг/г, затем следуют показатели голубики и облепихи –  $3,46 \pm 0,026$ ,  $3,36 \pm 0,040$  мг/л, соответственно.

Таблица 3 – Антиоксидантная активность и содержание углеводов в ягодах

| Биохимические показатели | Клубника         | Малина           | Смородина        | Облепиха         | Голубика         |
|--------------------------|------------------|------------------|------------------|------------------|------------------|
| Антиоксиданты, мг/г      | $3,94 \pm 0,009$ | $2,90 \pm 0,046$ | $2,89 \pm 0,045$ | $3,36 \pm 0,040$ | $3,46 \pm 0,026$ |
| Углеводы                 |                  |                  |                  |                  |                  |
| Сахароза, %              | $2,82 \pm 0,06$  | $1,17 \pm 0,24$  | $3,69 \pm 0,05$  | $0,57 \pm 0,01$  | $5,24 \pm 0,52$  |
| Мальтоза, %              | $1,59 \pm 0,001$ | $0,51 \pm 0,02$  | $0,21 \pm 0,001$ | $1,91 \pm 0,02$  | -                |
| Глюкоза, %               | $11,94 \pm 0,14$ | $13,65 \pm 0,21$ | $5,79 \pm 0,12$  | $1,79 \pm 0,02$  | -                |
| Фруктоза, %              | $12,21 \pm 0,31$ | $8,14 \pm 0,32$  | $13,53 \pm 0,32$ | $4,09 \pm 0,06$  | $2,19 \pm 0,31$  |

Больше всего углеводов в виде моно- и дисахаров найдено в клубнике. Наибольшее содержание фруктозы обнаружено в смородине и клубнике, их содержание составляет  $3,46 \pm 0,026$  %,  $3,46 \pm 0,026$  % соответственно. Высокое содержание глюкозы найдено в малине ( $13,65 \pm 0,21$  %) и клубнике ( $11,94 \pm 0,14$  %). Наибольшее количество сахарозы обнаружено у голубики ( $5,24 \pm 0,52$  %). Установлено, что наибольшее суммарное содержание углеводов было обнаружено у клубники и составило 28,56 %, затем малина 23,47 %, смородина 23,22 %, облепиха 8,36 % и голубика 7,43 %. В голубике не обнаружено мальтозы и глюкозы.

#### **Заключение, выводы**

В результате проведенных исследований установлено, что высокими показателями витамина А среди сушеных ягод обладают малина ( $154,82$  мг/г) и облепиха ( $796,01$  мг/г), в облепихе и голубике определено высокое содержание витамина Е  $17,09$  мг/г,  $8,96$  мг/г соответственно. Наибольшее содержание витамина В3 обнаружено у смородины ( $1,591$  мг/г), тогда как у голубики данный витамин не обнаружен. Содержание витамина В5 у смородины ( $0,308$  мг/г) выше, чем у остальных образцов, у клубники и облепихи витамин В5 не обнаружен. Высоким содержанием витамина С среди всех изучаемых ягод обладает клубника ( $1,033$  мг/г).

В результате исследований минерального состава установлено, что количество минеральных соединений во всех образцах находится в пределах допустимой концентрации. Содержание цинка находится примерно на одном уровне у клубники, малины и голубики, и составляет  $0,76$  мг/кг,  $0,99$  мг/кг,  $0,77$  мг/кг соответственно. В смородине его содержание снижено ( $0,57$  мг/кг), а наивысшее содержание данного микроэлемента наблюдается в облепихе

( $2,12$  мг/кг). Малина и облепиха отличаются высоким содержанием магния ( $108,55$  мг/100г и  $198,71$  мг/100г соответственно). Высокое содержание железа определено в облепихе ( $13,55$  мг/кг), концентрация меди в смородине составляет  $408,93$  мг/кг, что значительно превышает показатели других ягод. Содержание кальция находится почти на одном уровне во всех пробах за исключением смородины и облепихи, у которых эти показатели ниже. Наибольшее количество селена обнаружено у облепихи ( $5,08$  мг/100г). Содержание йода отсутствует у клубники и голубики.

Установлено, что голубика, клубника и облепиха обладают высокой антиоксидантной активностью в сравнении с другими, так антиоксидантная активность голубики составляет  $3,46$  мг/г, клубники  $3,94$  мг/г и облепихи  $3,36$  мг/г. Наибольшее суммарное содержание углеводов выявлено у клубники ( $28,56$  %), затем следует малина ( $23,47$  %), смородина ( $23,22$  %), облепиха ( $8,36$  %) и голубика ( $7,43$  %). В голубике отсутствуют такие углеводы как мальтоза и глюкоза.

В заключении стоит отметить, что по результатам биохимических исследований сушеных ягод, для дальнейших работ перспективны голубика, клубника и облепиха. Облепиха богата витаминами А и Е, клубника витамином С. Несмотря на то, что смородина и обладает высокими биохимическими показателями, завышенное содержание меди ограничивает ее дальнейшее использование.

#### **СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННОЙ ЛИТЕРАТУРЫ**

1. Saxena D., Jain S., Dixit A. Development of instant gluten free porridge // Integr Food Nutr Metab. – 2019. – Vol. 6. – P.1-3.
2. Poole N., Donovan J., Erenstein O. Agrinutrition research: revisiting the contribution of maize

and wheat to human nutrition and health. *Food Policy*. – 2020. 16:101976. doi: 10.1016/j.foodpol.2020.101976

3. Exemplar for internal assessment resource Home Economics for Achievement Standard 91468 [Электронный ресурс]. – 2015. – URL: <https://www.nzqa.govt.nz/>

4. Cereal offender: is Kellogg's breaking its breakfast promises? [Электронный ресурс]. – 2019. – Cereal-offender-English-web-FINAL.pdf (changingmarkets.org)

5. Lavelli, V., Harsha, P. S., Ferranti, P., Scarafoni, A., & Iametti, S. Grape skin phenolics as inhibitors of mammalian  $\alpha$ -glucosidase and  $\alpha$ -amylase—effect of food matrix and processing on efficacy // *Food & Function*. – 2016. – Vol. 7. – №. 3. – P. 1655-1663.

6. Oancea I., Bujoreanu C., Budescu M., Benchea M. & Grădinaru C.M. Considerations on sound absorption coefficient of sustainable concrete with different waste replacements // *Journal of Cleaner Production*. – 2018. – Vol. 203. – P. 301-312.

7. Tupuna-Yerovi D.S., Paese K., Flôres S.H., Guterres S.S. & Rios A. Addition of norbixin microcapsules obtained by spray drying in an isotonic tangerine soft drink as a natural dye // *Journal of food science and technology*. – 2020. – Vol. 57. – №. 3. – P. 1021-1031

8. Glover-Amengor, M., Aryeetey, R., Afari, E., & Nyarko, A. Micronutrient composition and acceptability of Moringa oleifera leaf-fortified dishes by children in AdaEast district, Ghana. *Food Science and Nutrition*. – 2016. – 5. – P. 317–323.

9. Tembo, D. T., Holmes, M. J., & Marshall, L. J. Effect of thermal treatment and storage on bioactive compounds, organic acids and antioxidant activity of baobab fruit (*Adansonia digitata*) pulp from Malawi // *Journal of Food Composition and Analysis*. – 2017. – 58. – P. 40–51.

10. Adetola, O., Y., Kruger, J., White, Z., & Taylor, J. R. N. Comparison between food-to-food fortification of pearl millet porridge with moringa leaves and baobab fruit and with adding ascorbic and citric acid on iron, zinc and other mineral bioaccessibility. – 2019. *LWT*. doi:10.1016/j.lwt.2019.02.044

11. Schmid V. et al. Enrichment of starch-based extruded cereals with chokeberry (*Aronia melanocarpa*) pomace: Influence of processing conditions on techno-functional and sensory related properties, dietary fibre and polyphenol content as well as in vitro digestibility // *LWT*. – 2022. – T. 154. – P.112610.

12. Buchholz M., Drotleff A.M., Ternes W. Thiamin (vitamin B1) and thiamin phosphate esters in five cereal grains during maturation // *Journal of Cereal Science*. – 2012. – Vol. 56. – №. 1. – P. 109-114.

#### REFERENCES

1. Saxena D., Jain S., Dixit A. Development of instant gluten free porridge // *Integr Food Nutr Metab*. – 2019. – Vol. 6. – P.1-3.

2. Poole N., Donovan J., Erenstein O. Agri-nutrition research: revisiting the contribution of maize and wheat to human nutrition and health. *Food Policy*. – 2020. 16:101976. doi: 10.1016/j.foodpol.2020.101976

3. Exemplar for internal assessment resource Home Economics for Achievement Standard 91468 [Electronic resource]. – 2015. – URL: <https://www.nzqa.govt.nz/>

4. Cereal offender: is Kellogg's breaking its breakfast promises? [Electronic resource]. – 2019. – Cereal-offender-English-web-FINAL.pdf (changingmarkets.org)

5. Lavelli, V., Harsha, P. S., Ferranti, P., Scarafoni, A., & Iametti, S. Grape skin phenolics as inhibitors of mammalian  $\alpha$ -glucosidase and  $\alpha$ -amylase—effect of food matrix and processing on efficacy // *Food & Function*. – 2016. – Vol. 7. – №. 3. – P. 1655-1663.

6. Oancea I., Bujoreanu C., Budescu M., Benchea M. & Grădinaru C.M. Considerations on sound absorption coefficient of sustainable concrete with different waste replacements // *Journal of Cleaner Production*. – 2018. – Vol. 203. – P. 301-312.

7. Tupuna-Yerovi D.S., Paese K., Flôres S.H., Guterres S.S. & Rios A. Addition of norbixin microcapsules obtained by spray drying in an isotonic tangerine soft drink as a natural dye // *Journal of food science and technology*. – 2020. – Vol. 57. – №. 3. – P. 1021-1031

8. Glover-Amengor, M., Aryeetey, R., Afari, E., & Nyarko, A. Micronutrient composition and acceptability of Moringa oleifera leaf-fortified dishes by children in AdaEast district, Ghana. *Food Science and Nutrition*. – 2016. – 5. – P. 317–323.

9. Tembo, D. T., Holmes, M. J., & Marshall, L. J. Effect of thermal treatment and storage on bioactive compounds, organic acids and antioxidant activity of baobab fruit (*Adansonia digitata*) pulp from Malawi // *Journal of Food Composition and Analysis*. – 2017. – 58. – P. 40–51.

10. Adetola, O., Y., Kruger, J., White, Z., & Taylor, J. R. N. Comparison between food-to-food fortification of pearl millet porridge with moringa leaves and baobab fruit and with adding ascorbic and citric acid on iron, zinc and other mineral bioaccessibility. – 2019. *LWT*. doi:10.1016/j.lwt.2019.02.044

11. Schmid V. et al. Enrichment of starch-based extruded cereals with chokeberry (*Aronia melanocarpa*) pomace: Influence of processing conditions on techno-functional and sensory related properties, dietary fibre and polyphenol content as well as in vitro digestibility // *LWT*. – 2022. – T. 154. – P.112610.

12. Buchholz M., Drotleff A.M., Ternes W. Thiamin (vitamin B1) and thiamin phosphate esters in five cereal grains during maturation // *Journal of Cereal Science*. – 2012. – Vol. 56. – №. 1. – P. 109-114.